

AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DA ADIÇÃO DE FIBRA SINTÉTICA PROVENIENTE DE RESÍDUO DA INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO NA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO

Julieli Dias Pinheiro (1), Elaine Guglielmi Pavei Antunes (2)
Alexandre Vargas (3)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1)julieli@unesc.net , (2)elainegpa@unesc.net, (3)avargas@unesc.net

RESUMO

A indústria de confecções da região sul de Santa Catarina, utiliza os mais diversos tipos de tecidos na fabricação de seus produtos. No processo de confecção de peças de vestuário, em função do corte para atender os moldes é desperdiçada uma grande quantidade de retalhos (pedaços de tecidos). Desses retalhos uma parte é reaproveitada enquanto os que possuem sua composição 100% poliéster não possuem uma destinação correta. O TNT é um tecido não tecido que é utilizado em grandes setores da engenharia civil como em armadura de sistemas asfálticos, na impermeabilização de lajes, telhados e subsolos, como isolante térmico e acústico de tetos e paredes. As fibras de poliéster provenientes dos retalhos podem ser adicionadas à argamassa ou concreto estrutural objetivando melhorar suas propriedades mecânicas, e reutilizando o material que não possuía uma destinação correta. Nesse trabalho experimental, adicionou-se essas fibras previamente preparadas, em percentuais de 0,0104%, 0,0188% e 0,027% em relação ao volume, na argamassa cujo traço foi previamente determinado. Ao realizar o ensaio de consistência, não foi necessária a adição de aditivos, pois a incorporação da fibra não alterou a relação a/c. Nos resultados apresentados com a adição das fibras não foram satisfatórios, pois na tração a flexão a resistência foi reduzida, no ensaio a compressão axial a resistência aumentou apenas na mistura com 0,0188% de poliéster, as misturas com 0,0104% e 0,027% foram reduzidas. Na determinação do módulo de elasticidade os valores foram maiores nas misturas com 0,0104% e 0,0188%, porém na mistura de 0,027% tem-se um valor menor, entende-se que esta mistura tem uma boa capacidade em sofrer deformação. Na determinação de absorção de água por capilaridade as fibras não influenciaram.

Palavras-Chave: Fibra de poliéster. Resíduo. Argamassa com fibra.

INTRODUÇÃO

A indústria de confecções da região de Criciúma, utiliza os mais diversos tipos de tecidos na fabricação de seus produtos. No processo de confecção de peças de vestuário, em função do corte para atender os moldes, ocorre uma perda (descarte do tecido) de aproximadamente 15% a 20% segundo estimativa de empresas locais. As perdas de tecidos geradas se tornam resíduos descartáveis sem reutilização no processo, sendo doados a entidades da região sul, que trabalham na produção de artesanato. No entanto, os retalhos (sobra de tecido) que possuem sua composição 100% poliéster não são aproveitados, ou seja, são descartados no lixo comum. A ABINT (Associação Brasileira das Indústrias de Não Tecidos) indica o TNT (tecido não tecido) para uso como armadura de sistemas asfálticos, na impermeabilização de lajes, telhados e subsolos, como isolante térmico e acústico de tetos e paredes. Em obras geotécnicas podem ser usados para estabilização do solo, drenagem, controle de erosão, reforço, canais e contenção de encostas, entre outros. Segundo Sheikan Ancor-jet (fabricante de fibras de poliéster) as fibras de poliéster são elementos de monofilamentos elaborados por intermédio da conformação e extrusão de polímeros, o que consolida o potencial técnico adequado para elevar as características mecânicas do concreto. Segundo Bristes, Sanches e Oliveira (2006), o poliéster é a fibra sintética de maior consumo no setor têxtil, representando mais de 50% da demanda total de fibras químicas. Para Vezzà & Cotait (2006), a fibra de poliéster possui alta resistência à umidade e aos agentes químicos, e apresenta elevada resistência à tração nos tecidos. O primeiro compósito com incorporação de fibras, de qualidade aceitável e, por consequência, amplamente utilizado na construção civil, foi o cimento-amianto, com o advento do processo Hatschek por volta de 1900 (BENTUR e MINDESS, 1990). No entanto, houve uma diminuição no seu uso devido à descoberta de que o amianto é prejudicial à saúde dos operários. Dessa forma, criou-se uma demanda pela descoberta de um material que substituísse o amianto e, ainda, que apresentasse propriedades e comportamentos semelhantes, custo compatível, e que não oferecesse risco à saúde humana (JOHNSTON, 2001). No que diz respeito às fibras poliméricas, a primeira tentativa de utilização foi feita por Goldfein em 1965. As mais utilizadas são as de polipropileno, embora outros tipos possam ser citados tais como: nylon, poliéster, polietileno, celulose e kevlar (TANESI e FIGUEIREDO, 1999). De acordo com Rodrigues e Montardo (2002) ocorreram

alguns equívocos graves no Brasil a respeito da utilização das fibras plásticas, pois se acreditava que era possível dispensar outros tipos de reforços sem que houvesse problemas no combate e controle da retração hidráulica, visando melhorar suas propriedades mecânicas e tornando-a ecoeficiente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. MATERIAIS

Tabela 1- Propriedades e características dos materiais.

Materiais utilizados	Propriedades e Características
Cimento	Portland CP-II Z, massa específica 2,95 g/cm ³ , de acordo com as exigências da NBR 11578:1991
Cal	Cal hidratada com objetivo de melhorar a trabalhabilidade da argamassa, da classe CH III, de acordo com as exigências da NBR 7175:2003.
Areia	Areia media lavada possuindo um módulo de finura de 2,37mm, e massa específica é de 2,62 g/cm ³ , de acordo com a NBR NM 248:2003

Fonte: Do autor, 2018

2.1.2 Fibra

A fibra de poliéster obtida dos retalhos de tecido, foi preparada a partir de recortes em tamanhos de aproximadamente 13mm x 13mm, tamanho adequado para que possa ser misturada de forma homogênea no concreto. A Tabela 2 mostra as características da fibra utilizada. Já na Figura 1, é apresentado o processo de preparo das fibras:

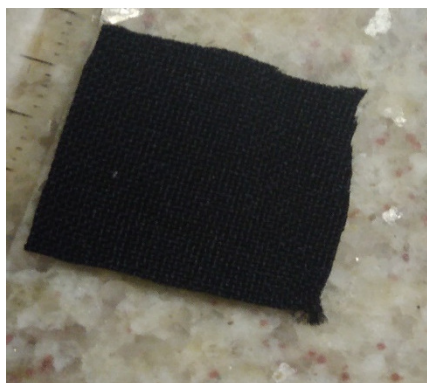
Tabela 2- Caracterização das fibras de poliéster.

Propriedades	Unidade	Quantidade
Retenção de umidade	%	0,40
Perda de força quando molhado	%	Nulo
Densidade	g/cm ³	1.38
Alongamento na quebra	%	13

Fonte: Honeywell, 2018.

Figura 1: a) tecido cortado para ser desfiado; b) o tecido desfiado, a fibra pronta para a mistura.

a)



b)



Fonte: Do Autor, 2018

2.1.5 Argamassa

Para este trabalho foram produzidas argamassas com diferentes teores de fibras, seguindo os parâmetros de Colombo considerando o traço 1:0,5:5 sendo (cimento: cal: areia), relação água/cimento 0,63. Após a mistura referência, foram produzidas mais três misturas com teores de 500g/m³, 900g/m³ e 1300g/m³, referentes aos percentuais de 0,0104%, 0,0188% e 0,027% de fibra incorporada com 13 mm de comprimento.

A argamassa foi produzida de acordo com a NBR 7200:1998. Foi utilizada argamassadeira, dando início a mistura dentro da mesma ligada na velocidade baixa com água, foi adicionado nos primeiros 30 segundos o cimento, a cal e a areia, em seguida ficou ligada por 30 segundos na velocidade alta, foi deixado para descansar por 1 min e 30 segundos, em seguida foi ligada novamente por 1 minuto na velocidade alta. As misturas com fibras, tiveram as fibras adicionadas no último minuto na velocidade alta.

2.1.6 Argamassa no estado fresco

No estado fresco foi feita a determinação do índice de consistência, iniciando-se pelo traço referência (sem fibra), o ensaio foi realizado na flow table, uma mesa que com o auxílio de um cone com volume de 5,6x10⁻⁴m³, o cone é disponibilizado sobre a mesa com a abertura maior virada para baixo, dentro do cone colocou-se a argamassa em três camadas onde na primeira camada foram dados 15 golpes, logo na segunda

camada 10 golpes, e na terceira 5 golpes, em seguida o cone é retirado e dadas 30 batidas com a mesa e a argamassa deve ter uma fluidez atingindo um diâmetro de 260 ± 5 mm de acordo com a NBR 13276:2002, como mostra a Figura 02. Após determinar o índice de consistência do traço referência, foi determinado o índice dos traços com os três teores de fibras, e verificou-se que a relação a/c não interferiu na consistência da mistura e não foi necessária a adição de aditivo (Tabela 3).

Figura 02: ensaio índice de consistência



Fonte: Do autor, 2018

Tabela 03: Determinação do índice de consistência

MISTURA	A/C	CONSISTENCIA (mm)
MR	0,63	262,00
M500	0,63	264,00
M900	0,63	264,00
M1300	0,63	265,00

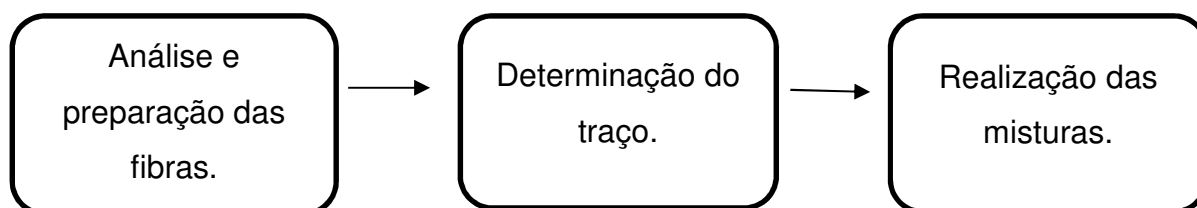
Fonte: Do Autor, 2018

2.2 MÉTODOS

Este trabalho pode ser classificado como pesquisa experimental comparativa, cujo procedimento se dá por meio da determinação de um traço de argamassa referência

(cimento, cal e areia) e a partir dele define-se traços com diferentes percentuais de adição de fibras de poliéster, para posterior ensaios. As etapas do trabalho estão descritas na Figura 3.

Figura 3: Fluxograma das etapas.



Fonte: Autor, 2018.

2.2.1 Determinação da resistência à tração na flexão

O ensaio de flexão foi realizado com a finalidade em determinar a resistência a tração do corpo de prova, seguindo as exigências da ABNT NBR12142:2010, utilizando corpos de prova prismáticos com dimensões 4x4x16 (cm), onde é aplicada uma força constante em no centro da amostra ensaiada.

2.2.2 ENSAIO DE COMPRESSÃO

O ensaio de compressão é feito em materiais frágeis, para determinar suas propriedades mecânicas. Foi realizado após os 28 dias de cura do material de acordo com as exigências da ABNT NBR 5739:2014. Foram utilizados corpos de prova prismáticos, com dimensões de 4x4x16 (cm) moldados de acordo com a ABNT NBR 5738, ensaiados na máquina Emic SSH 200.

2.2.3 Determinação do modulo de deformação

Na determinação do modulo de deformação feito de acordo com a ABNT NBR 8522:2008, foram utilizados corpos de prova cilíndricos, com 5 cm de diâmetro e 10 cm de altura moldados de acordo com a ABNT NBR 5738:2015. Após os 28 dias de cura foram ensaiados na máquina Emic SSH 200.

2.2.4 Determinação da absorção de água por capilaridade

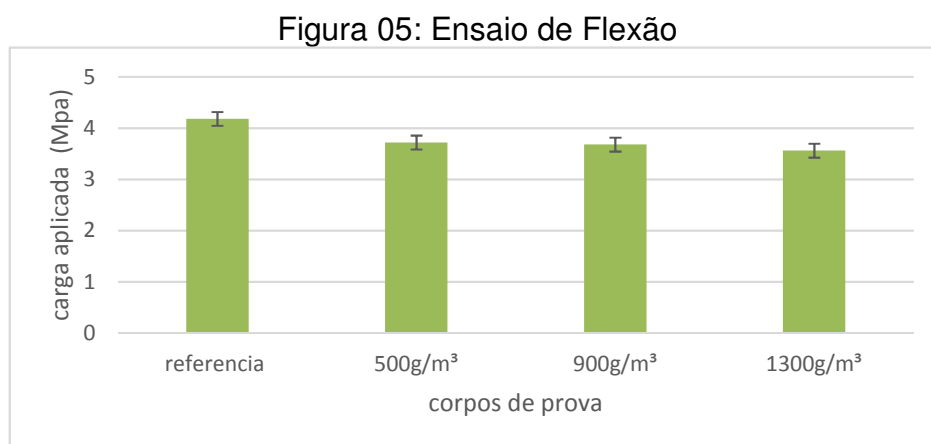
O ensaio foi realizado com 28 dias de cura e seguindo as exigências da ABNT NBR 15259:2005, os corpos de prova foram colocados submersos em uma lamina de água com 5 ± 1 mm acima de sua face inferior evitando a molhagem de outras superfícies, deixados submersos por 10min na primeira pesagem e em seguida foram recolocados na lamina de água e deixados por mais 80min realizando assim a segunda pesagem.

2.2.5 Microscopia Eletrônica de Varredura

O MEV nos permite analisar o interior de amostras, suas características como morfologia e microestruturas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo a Figura 05, pode-se observar que a amostra referência (sem fibras) teve uma resistência superior em relação as amostras com fibras. A mistura com teor de 1300g/m^3 tem uma redução de 15% na resistência comparando com a mistura referência, já a 500g/m^3 e 900g/m^3 a redução da resistência é de 11% e 12%. Quanto maior o percentual de fibra utilizada menor a resistência na flexão.

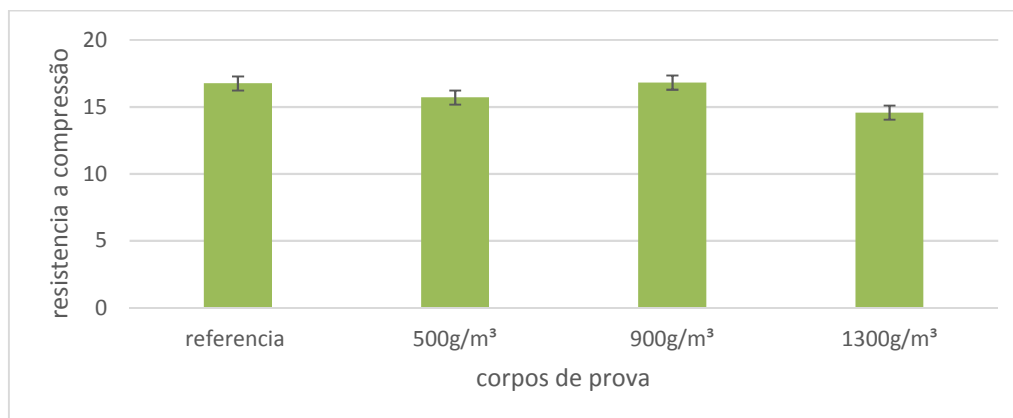


Fonte: Do Autor, 2018.

Para os resultados do ensaio de compressão (Figura 06), ocorreu de forma surpreendente, um aumento na resistência à compressão em 0,36% nos corpos de

prova com 900g/m³ de fibras. Nas demais houve uma redução, na amostra 500g/m³ a redução da resistência foi de 6,3%, e na 1300g/m³ reduziu em 13% comparados com a referência como pode ser observado na Figura 05.

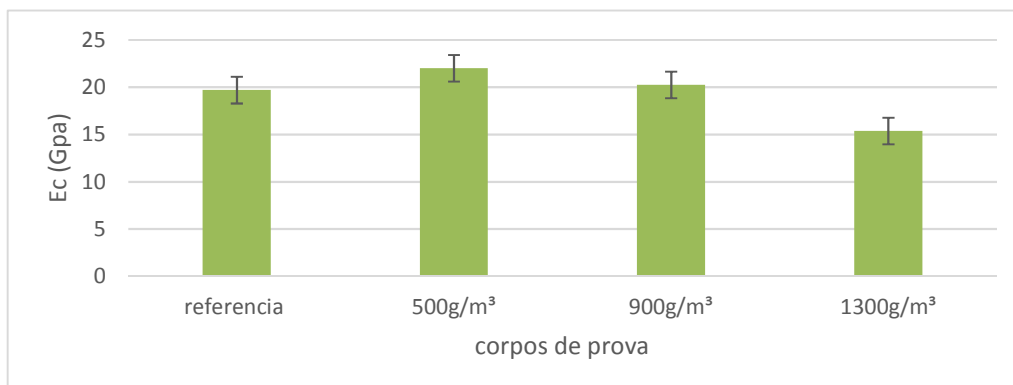
Figura 06: Ensaio na compressão



Fonte: Do Autor, 2018

Na Figura 07 abaixo, pode-se observar que na medida em que foi adicionado as fibras nas primeiras misturas obtivemos um aumento no módulo de deformação do material, na mistura 500g/m³ teve um aumento de 11,7% e na mistura 900g/m³ aumentou em 3,2% comparados com a mistura referência, porem na mistura com teor de fibra de 1300g/m³, esse valor reduziu em 22%.

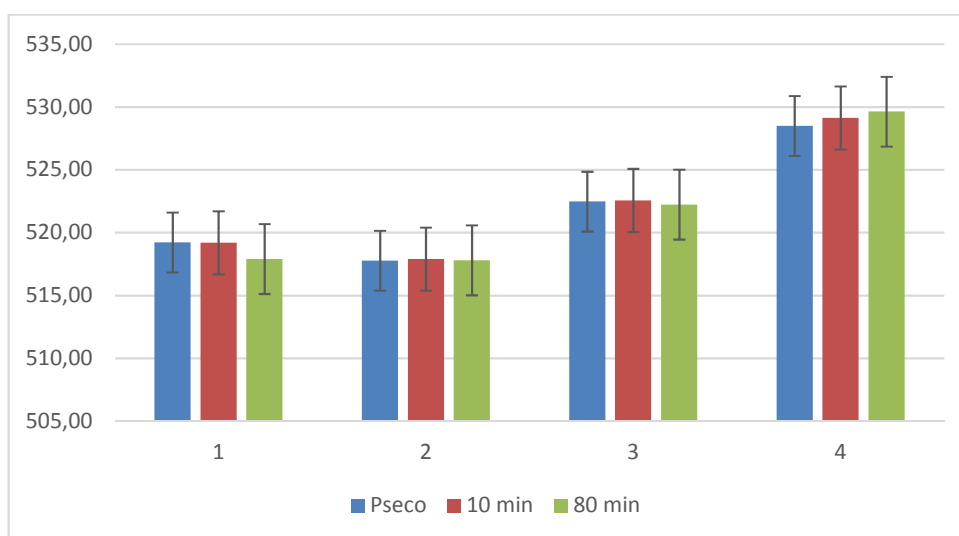
Figura 07: Determinação do modulo de deformação



Fonte: Do Autor, 2018

Na Figura 08, observa-se que não houve alteração significativa nos pesos, considerando o corpo de prova quando seco e no fim do ensaio após os 90 min. A adição das fibras não interferiu na determinação de absorção de água por capilaridade, sendo assim não há diferença entre as amostras ensaiadas antes e depois de deixadas na água por 90 minutos, a variação está em 0,21% entre as amostras sem fibras, e 0,26% entre as amostras com maior teor de fibras (1300g/m³).

Figura 08: Ensaio de capilaridade



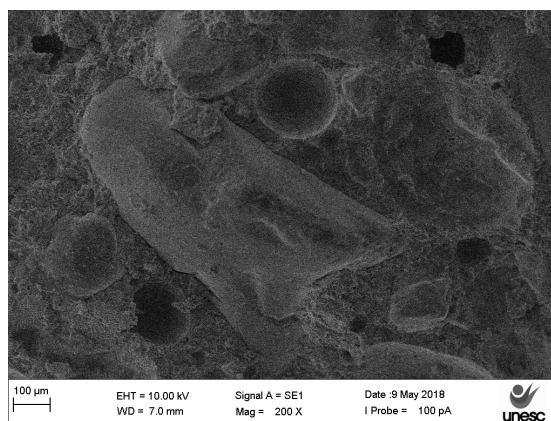
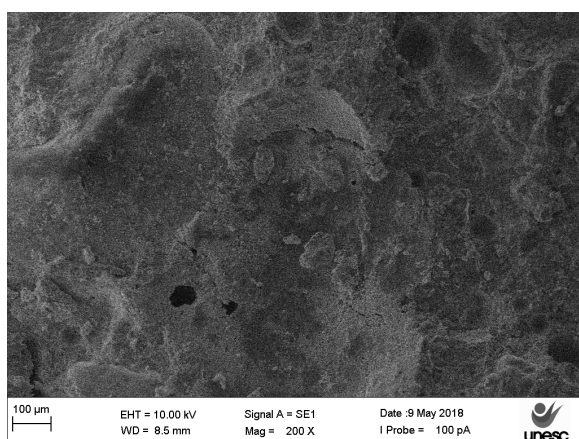
Fonte: Do Autor, 2018

Com a análise deste estudo podemos observar, que a fibra de poliéster ficou bem adensada a mistura da argamassa. Mesmo com diferentes teores de fibras não é possível distinguir a fibra da argamassa como mostra as imagens da Figura 09.

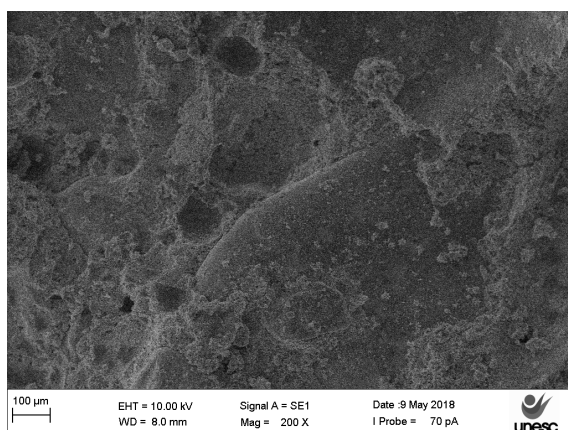
Figura 09: Ensaio de microscopia de varredura

500g/m³

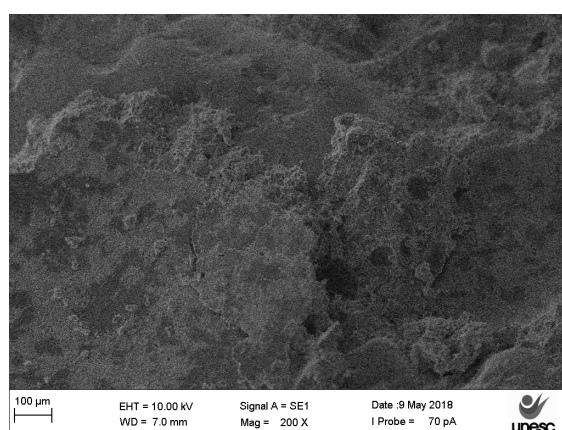
900g/m³



1300g/m³



Referência



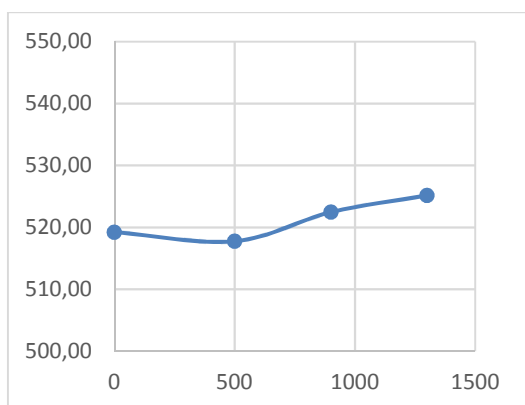
Fonte: Do Autor, 2018

Estatisticamente podemos provar que as amostras de referência e as outras com os três teores de fibras não apresentaram diferenças entre si, ou seja são consideradas como se fossem uma única amostragem. Como mostra as imagens da figura 10.

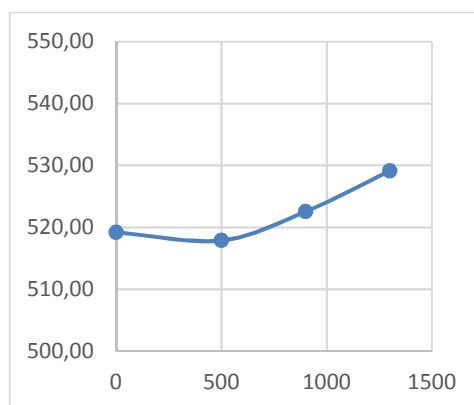
Figura 10: Análise estatística das amostras

Peso seco

P 10 min

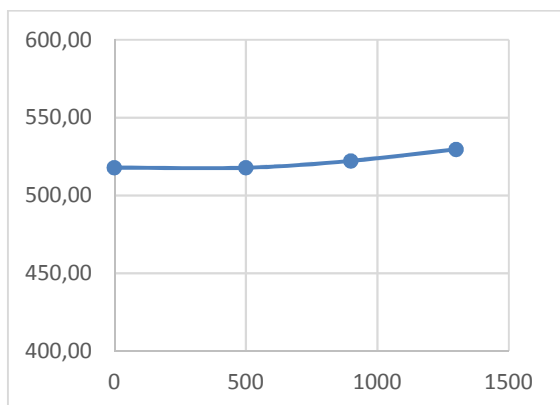


Fonte: Do Autor, 2018



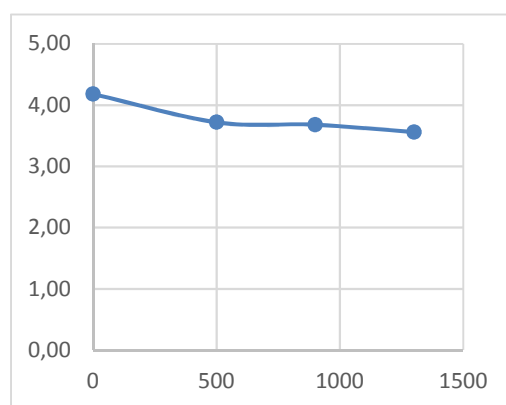
Fonte: Do Autor, 2018

P 80 min



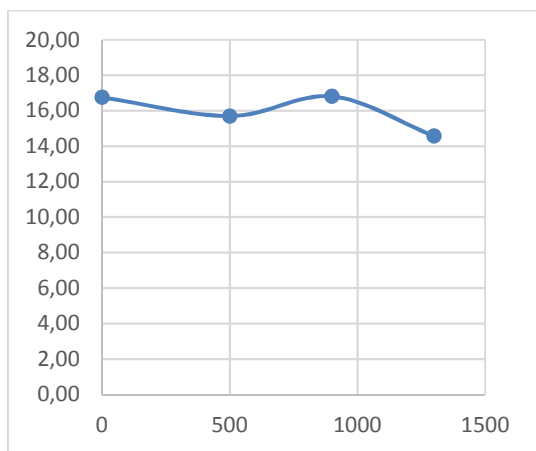
Fonte: Do Autor, 2018

Flexão



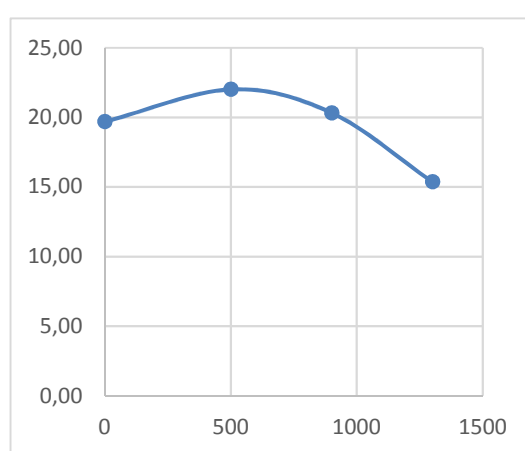
Fonte: Do Autor, 2018

Compressão



Fonte: Do Autor, 2018

Módulo



Fonte: Do Autor, 2018

O índice de significância nos demonstra as diferenças entre as amostras ensaiadas, caso os resultados fossem valores abaixo de 0,05 seriam consideradas diferentes, e acima deste valor elas seriam iguais, na Tabela 04 temos dados referentes ao ensaio de módulo, onde os resultados estão divididos em dois grupos 1 e 2.

Em cada grupo temos um índice de significância iguais ou maiores que 0,05 onde nos diz que os dados são considerados como se fossem de uma única amostra, porém observando e comparando os dois grupos entre si verificamos que há uma diferença entre os teores de fibras 500g/m³ e 1300g/m³.

Tabela 04: índice de significância

Tukey HSD			
Amostragem	N	Grupo1	Grupo2
1300	3	15,37	
s/fibra	3	19,68	19,68
900	3	20,33	20,33
500	3		22,01
sig		0,057	0,503

Fonte: Do Autor, 2018

4. CONCLUSÕES

De acordo com os ensaios realizados, observamos uma variação negativa em relação a resistência mecânica da argamassa, independente do teor de fibras adicionadas entende-se que a adição das fibras não influenciou nas características mecânicas da argamassa de revestimento.

Sugestões para trabalhos futuros.

- Realizar estudo com a mesma fibra, adicionando-a na argamassa para minimizar a fissuração por retração;
- Utilizando a fibra de poliéster no concreto, aumentando o teor de fibra;
- Utilizando a fibra de poliéster no concreto, aumentando os tamanhos da fibra;
- Realizar uma análise microscópica apenas da fibra.

4. REFERÊNCIAS

Agopyan, V.; JOHN, V.M. Introdução a materiais reforçados com fibras e a tecnologia de CRV. Simpósio Internacional – Componentes pré-moldados em cimento reforçado com fibras de vidro. P.1 – 11, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 52: Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7175: Cal hidratada para argamassas – Requisitos. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8522: Concreto – Determinação do módulo estático de elasticidade à compressão. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11578: Cimento Portland composto – Especificação. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15259: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13280: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15900-1: Água para amassamento do concreto – Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15630: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultra-sônica. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16541: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura para a realização de ensaios. Rio de Janeiro, 2016.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - **NBR 7215, Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão**. Rio de Janeiro, 1996.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - **ABNT NBR - NM 248, Agregados - Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 2003.

Brites, Marina de Melo. Poliéster de alta tecnologia [2006]. Disponível em:

[http://www.coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20-%202010/71986 Polister de alta tecnologia - na fabricacao de roupas.pdf](http://www.coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20-%202010/71986%20Polister%20de%20alta%20tecnologia%20-na%20fabricacao%20de%20roupas.pdf)

Acesso em: junho 2018

Amazonas, Marcos. **Honeywell Produtos de Segurança**. Disponível em

https://www.honeywellsafety.com/uploadedFiles/Sites/Regional/BR/Training_and_Support/Poli%C3%A9ster%20x%20Poliamida_Conhe%C3%A7a%20as%20diferen%C3%A7as.pdf Acesso em: junho 2018

Sheikan Ancor . **Jet Comercial e Industrial LTDA**. Disponível em: www.sheikan.com.br

Acesso em: junho 2018

Brites, Mariana de Melo. **Poliéster de alta tecnologia: na fabricação de roupas esportivas**. Disponível em: [www.coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20-%202010/71986 Polister de alta tecnologia - na fabricacao de roupas.pdf](http://www.coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20-%202010/71986%20Polister%20de%20alta%20tecnologia%20-na%20fabricacao%20de%20roupas.pdf)

Acesso em : junho 2018

Colombo, Felipe Sachet. ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO COM A INCORPORAÇÃO DE FIBRAS DE POLIPROPILENO E NYLON. 2017 TCC, Curso engenharia civil. Criciúma.